

# ANALISA DAERAH RAWAN BANJIR MENGUNAKAN APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (STUDI KASUS PULAU BANGKA)

Hendi Hamdani<sup>1</sup>, Sulwan Permana<sup>2</sup>, Adi Susetyaningsih<sup>3</sup>

Jurnal Konstruksi  
Sekolah Tinggi Teknologi Garut  
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia  
Email: [jurnal@sttgarut.ac.id](mailto:jurnal@sttgarut.ac.id)

<sup>1</sup>[handyhamdany@gmail.com](mailto:handyhamdany@gmail.com)

**Abstrak** – Pemetaan daerah rawan banjir merupakan salah satu cara pengendalian banjir secara non-struktural. Analisa daerah rawan banjir pada penelitian ini menggunakan bantuan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan tiga parameter yaitu (1) Curah Hujan, (2) Kelerengan dan (3) Penggunaan Lahan. Analisa curah hujan menggunakan metode Gumbel menghasilkan curah hujan rencana periode ulang 25 tahun adalah 157,302 mm, ini termasuk dalam kategori rendah di wilayah Indonesia, dan metode Isohyet menghasilkan penyebaran curah hujan/daerah tangkapan air (DTA). Dari analisa kelerengan diperoleh 98,96% wilayah Pulau Bangka terletak pada dataran rendah (pada tingkat kelerengan 0-8%) artinya berada pada daerah yang rawan banjir. Analisa penggunaan lahan diketahui jenis tutupan lahan paling besar di Pulau Bangka berupa hutan sekunder (42%) dimana lebih tinggi dari hutan primer (27%), hal ini sangat berbahaya karena hutan sekunder cenderung mudah beralih fungsi. Hasil analisa semua parameter dibandingkan dan diberi bobot menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* matriks Pairwise Comparison. Diperoleh nilai bobot untuk penggunaan lahan adalah 0,87, hujan 0,27 dan kelerengan 0,08. Seluruh hasil analisa digabung menggunakan metode Overlay Intersection pada ArcGIS10.1 untuk menghasilkan peta daerah rawan banjir berdasarkan 3 parameter yang digunakan. Diperoleh 17,76% daerah di Pulau Bangka adalah rawan banjir, 6,98% daerah paling rawan banjir dan 18,88% daerah terancam banjir.

**Kata Kunci** – AHP Matriks Pairwise Comparison, ArcGIS, Banjir, Hidrologi, Sistem Informasi Geografis (SIG).

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam satu abad terakhir, banjir merupakan bencana yang sering terjadi di Indonesia ditinjau dari frekuensinya (tercatat 108 kali atau 33,3% dari seluruh peristiwa bencana penting yaitu 324 kejadian). Banjir yang terjadi di Indonesia merupakan kombinasi antara faktor alam dan faktor antropogenik. Faktor utama banjir adalah hujan dengan intensitas tinggi dan berlangsung lama. Adapun faktor lain yang memberikan kontribusi terhadap bencana banjir yaitu lemahnya pengawasan terhadap penggunaan lahan (*landuse*) pada zona-zona yang rentan bencana banjir. Hal tersebut menunjukkan rendahnya efektivitas instrumen penataan ruang dalam mengatasi banjir seperti yang terjadi di Pulau Bangka yang merupakan daerah penghasil timah terbesar di Indonesia. Kejadian banjir di Pulau Bangka semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kegiatan pertambangan yang ada. Untuk mengetahui daerah mana yang termasuk zona rawan banjir di Pulau Bangka diperlukan analisis daerah rawan banjir.

Pada penelitian ini dilakukan analisa daerah rawan banjir melalui pendekatan kajian hidrologi, serta untuk memperluas kajian area bencana digunakan sistem informasi geografis untuk memperoleh peta rawan banjir di Pulau Bangka dalam skala yang luas. Adapun perangkat lunak yang digunakan adalah ArcGIS10.1.

### 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka permasalahan yang diteliti adalah bagaimana melakukan analisa daerah rawan banjir di Pulau Bangka dengan bantuan Sistem Informasi Geografis (SIG) menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.1.

### 1.3 Ruang Lingkup Penelitian

- 1) Parameter yang digunakan adalah penggunaan lahan, kelerengan, dan curah hujan.
- 2) Melakukan pengumpulan data sekunder berupa data informasi banjir, peta dasar topografi, peta digital (Peta RBI), dan data curah hujan.
- 3) Melakukan pengolahan data kelerengan dari peta dasar topografi menggunakan metode DEM<sup>1</sup> (*Digital Elevation Model*), peta penggunaan lahan dari peta digital RBI serta menghitung analisis hidrologi dari data curah hujan.
- 4) Menggunakan metode AHP<sup>2</sup> (*Analytical Hierarchy Process*) untuk menghasilkan peta rawan bencana banjir berdasarkan parameter penggunaan lahan, kelerengan dan curah hujan menggunakan *Matriks Pairwise Comparison*<sup>3</sup>.

### 1.4 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah melakukan integrasi analisa hidrologi ke dalam sistem informasi geografis sehingga menghasilkan peta rawan banjir dalam format SIG yang berada di Pulau Bangka. Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah memberikan informasi wilayah banjir kepada semua pihak serta diharapkan mampu menjadi acuan untuk penanganan banjir di wilayah Pulau Bangka.

## II. DASAR TEORI

### 2.1 Banjir

Terdapat tiga faktor yang sangat berpengaruh terhadap banjir, yaitu:

- 1) Elemen meteorologi (intensitas, distribusi, frekuensi dan lamanya hujan berlangsung)
- 2) Karakteristik DAS (luas DAS, kemiringan lahan, ketinggian, dan kadar air tanah)
- 3) Faktor manusia yang memiliki pengaruh terhadap alih fungsi suatu area konservasi yang dapat menurunkan kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air yang akhirnya memperbesar peluang terjadinya aliran permukaan (*run off*) juga erosi.

#### 2.1.1 Pengendalian Banjir

Pengendalian banjir perlu dilakukan untuk mencegah dan/atau mengurangi kerugian yang ditimbulkan akibat banjir. Komponen-komponen pokok dalam upaya pengendalian banjir yaitu:

- a) Manajemen sumber daya air
- b) Manajemen tata ruang
- c) Manajemen ancaman bencana, dan
- d) Manajemen kawasan pesisir

Secara umum terdapat dua jenis pengendalian, yaitu pengendalian banjir secara struktural (reboisasi lahan, pembangunan infrastruktur bangunan pengendali aliran, kanalisasi dan lainnya) serta pengendalian banjir non-struktural meliputi pengendalian tata ruang, peningkatan kesadaran masyarakat, pemetaan daerah rawan banjir dan sebagainya.

#### 2.1.2 Kategori Banjir

<sup>1</sup> Kumpulan data *digital point* yang tersimpan dalam xyz dan dapat membentuk berbagai permukaan. DEM dalam pengertian yang luas sehingga di perlukan penyebutan permukaan tertentu yang dimaksud (Rudiger Köthe, scilands GmbH, 04/2000)

<sup>2</sup> Metode yang sering digunakan untuk menilai tindakan yang dikaitkan dengan perbandingan bobot antara faktor serta perbandingan alternatif pilihan. Salah satu *tool* (alat bantu) yang cocok digunakan untuk pemilihan kandidat atau pengurutan prioritas adalah *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty (1986)

<sup>3</sup> Merupakan matriks perbandingan berpasangan untuk menghasilkan bobot relatif antar kriteria maupun alternatif. Suatu kriteria dibandingkan dengan kriteria lainnya dalam hal seberapa penting terhadap pencapaian tujuan di atasnya (Saaty, 1986).

Berdasarkan lokasi sumber aliran permukaannya, banjir dibagi dua yaitu:

- Banjir kiriman (banjir bandang) adalah banjir yang diakibatkan oleh tingginya curah hujan di daerah hulu sungai.
- Banjir lokal, yaitu banjir yang terjadi karena volume hujan melebihi kapasitas pembuangan.

Berdasarkan mekanismenya, banjir dibagi menjadi 2 jenis yaitu:

- Regular Flood*: Banjir yang diakibatkan oleh hujan.
- Irregular Flood*: Banjir yang diakibatkan selain dari hujan (tsunami, dan lain-lain).

## 2.2 Analisis Hujan

Karakteristik hujan yang perlu ditinjau dalam suatu analisis dan perencanaan hidrologi meliputi:

- Intensitas** (i) adalah laju hujan, yaitu tinggi air persatuan waktu, misalnya mm/menit, mm/jam atau mm/hari.
- Durasi/Lama Waktu** (t), adalah panjang waktu di mana hujan turun dalam satuan menit atau jam.
- Tinggi Hujan** (d), adalah jumlah atau kedalaman hujan yang dinyatakan dalam ketebalan air di atas permukaan datar, dalam mm
- Frekuensi** adalah kejadian dan biasanya dinyatakan dengan kala ulang/*return period* (T), misalnya sekali dalam 2 tahun.
- Luas** adalah luas geografis daerah sebaran hujan

Secara kualitatif intensitas curah hujan disebut juga sebagai derajat curah hujan, sebagaimana diperlihatkan dalam tabel 2.1 di bawah ini (Suripin, 2004).

Tabel 1. Derajat Curah Hujan

Derajat Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)
Hujan sangat lemah	< 1,20
Hujan lemah	1,20 – 3,00
Hujan normal	3,00 – 18,0
Hujan deras	18,0 – 60,0
Hujan sangat deras	>60,0

### 2.2.1 Hujan Kawasan

Data hujan yang diperoleh dari stasiun pengamatan hujan merupakan hujan yang terjadi pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), sehingga untuk kawasan yang luas satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan yang terjadi di wilayah tersebut. Oleh karena itu diperlukan hujan kawasan yang didapat dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam dan/atau di sekitar kawasan tersebut. Adapun analisa hujan kawasan dalam penelitian ini menggunakan metode Isohyet.

Isohyet merupakan kontur yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Apabila dalam suatu daerah tangkapan air (DTA) terdapat beberapa stasiun pencatat curah hujan, maka penentuan hujan wilayah dihitung dengan cara hasil rerata yang diperoleh dari perkalian antara tinggi curah hujan pada suatu tempat dengan luas antar garis kontur yang bersangkutan. Sedangkan untuk menentukan curah hujan pada suatu daerah tangkapan air yang tidak terdapat stasiun pencatat curah hujan di dalamnya, maka penentuan hujan wilayah metode Isohyet adalah dengan interpolasi linier antar kontur hujan/Isoyet terhadap lokasi yang bersangkutan. Langkah-langkah perhitungan hujan kawasan metode Isohyet adalah sebagai berikut:

- Plot data kedalaman air hujan untuk tiap pos penakar hujan pada peta
- Gambar kontur kedalaman air hujan dengan menghubungkan titik-titik yang mempunyai kedalaman air yang sama.
- Hitung luas area antara dua garis Isohyet

### 2.2.2 Distribusi Gumbel

Rumus-rumus yang digunakan dalam metode Gumbel untuk menentukan curah hujan rencana adalah sebagai berikut (Soemarto, 1999).

$$X_i = X_{rt} + s \cdot k \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

$X_i$  adalah Hujan rencana periode ulang  $T$  tahun (mm)

$X_{rt}$  adalah Nilai tengah sampel (mm)

$s$  adalah standar deviasi sampel

$k$  adalah faktor frekuensi

Faktor frekuensi ( $k$ ) diperoleh dari rumus:

$$k = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

$Y_n$  adalah harga rata-rata reduced mean (tabel 2)

$S_n$  adalah reduce standar deviation (tabel 3)

$Y_{tr}$  adalah reduce variate (tabel 4)

Tabel 2. Reduce Mean,  $Y_n$

N	0	1	2	3	4	5	6			
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5489	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5527	0,5524	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5570	0,5572	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5587	0,5589	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5602	0,5603	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Tabel 3. Reduce Standard Deviation,  $S_n$

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0915	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1285	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1681	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1803	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1898	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1973	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2032	1,2038	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2081	1,2084	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

Tabel 4. Reduce Variate,  $Y_{tr}$

Periode ulang Tr (Tahun)	Reduced Variate, $Y_{Tr}$	Periode ulang, Tr (Tahun)	Reduced Variate, $Y_{Tr}$
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

## 2.3 Kelerengan

Kelerengan adalah kenampakan permukaan alam yang memiliki beda tinggi. Apabila dua tempat yang memiliki beda tinggi dibandingkan dengan jarak lurus mendatar, maka akan diperoleh

besarnya kelerengan. Wentworth mengemukakan pembuatan peta kelas kelerengan diperoleh melalui interpretasi peta rupa bumi Indonesia (RBI) dengan rumus sebagai berikut:

$$S = \frac{(n-1) \times ki}{a \times \text{penyebut skala peta}} \times 100\% \quad \dots (3)$$

Keterangan:

S adalah besar sudut lereng

n adalah jumlah kontur yang memotong diagonal jaring

ki adalah kontur interval

a adalah panjang diagonal jaring dengan panjang rusuk 1 cm.

Tabel 5. Kelas Lereng, Eriko Utama (2012)

Kemiringan ( % )	Klasifikasi	Kelas Untuk Indeks Banjir
0 – 8	Datar	5
8 – 15	Agak Miring	4
15 – 25	Miring	3
25 - 45	Agak Curam	2
>45	Curam	1

## 2.4 Penggunaan Lahan

Pemanfaatan lahan di wilayah Pulau Bangka dapat dikelompokkan seperti tabel 6 berikut ini:

Tabel 6 Pemanfaatan Lahan Pulau Bangka

No.	Jenis Pemanfaatan Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Sawah	17.640	1,51
2	Tegalan/Ladang	155.192	13,32
3	Perkebunan	104.328	8,95
4	Hutan Negara	225.253	19,33
5	Hutan Rakyat	83.345	7,15
6	Rawa	106.481	9,14
7	Kolam/Tebat/Empang	1.104	0,09
8	Rumah /Bangunan	87.142	7,48
9	Lain-lain	384.769	33,02
Jumlah		1.165.254	100,00

Sumber: Kepulauan Babel Dalam Angka BPS, 2012

## 2.5 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem informasi mencakup proses-proses sebagai berikut:

- 1) **Input Data**, yaitu proses pengkonversian data analog kedalam data digital yang disebut dengan istilah digitasi. Proses konversi data dapat dilakukan menggunakan teknik *scanning* data untuk SIG dengan teknologi modern.
- 2) **Transformasi Data**, yaitu penyesuaian data agar sesuai dengan sistem seperti penyesuaian skala, koordinat dan sebagainya.
- 3) **Editing**, yaitu proses koreksi terhadap hasil dari digitasi berupa penambahan dan/atau pengurangan *arc* atau *feature*.
- 4) **Manajemen Data**, yaitu pengolahan data-data deskriptif meliputi pemberian label dan atribut.
- 5) **Query dan Analisis**, dimana *query* yaitu proses analisis yang dilakukan secara tabular. Sedangkan analisis pada SIG dibagi menjadi 2 yaitu analisis *proximity* (analisis geografis berbasis pada jarak antar *layer*) dan analisis *overlay* (proses integrasi data dari *layer* yang berbeda).
- 6) **Visualisasi**, yaitu pewujudan hasil akhir dalam peta atau grafik.

## 2.6 Analytical Hierarchy Process (AHP)

AHP adalah suatu model pendukung keputusan yang menguraikan masalah multi-faktor atau multi-kriteria yang kompleks menjadi suatu hierarki, yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty (1993). Saaty mendefinisikan hierarki sebagai representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi-level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub-kriteria, dan seterusnya. AHP sering digunakan sebagai metode pemecahan masalah dibandingkan dengan metode yang lain karena alasan-alasan sebagai berikut:

1. Struktur yang berhierarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih, sampai pada sub-kriteria yang paling dalam.
2. Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh pengambil keputusan.
3. Memperhitungkan daya tahan *output* analisis sensitivitas pengambilan keputusan.

## 2.7 Matrix Pairwise Comparison

Konsep dasar dari AHP adalah penggunaan *matrix pairwise comparison* (matriks perbandingan berpasangan) untuk menghasilkan nilai bobot relatif antar kriteria maupun alternatif. Suatu kriteria dibandingkan dengan kriteria lainnya dalam hal seberapa penting terhadap pencapaian tujuan di atasnya (Saaty, 1986). Peralatan utama AHP adalah sebuah hierarki fungsional dengan *input* utamanya persepsi manusia. Keberadaan hierarki memungkinkan dipecahnya masalah kompleks atau tidak terstruktur dalam sub masalah, lalu menyusunnya menjadi suatu bentuk hierarki (Kusrini, 2007).

Tabel 7. Skala Perbandingan Berpasangan

Tingkat Kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Sama Pentingnya	Kedua elemen mempunyai pengaruh yang sama
3	Sedikit lebih penting	Pengalaman dan penilaian sangat memihak satu elemen dibandingkan dengan pasangannya
5	Lebih Penting	Satu elemen sangat disukai dan secara praktis dominasinya sangat nyata, dibandingkan dengan elemen pasangannya.
7	Sangat Penting	Satu elemen terbukti sangat disukai dan secara praktis dominasinya sangat nyata, dibandingkan dengan elemen pasangannya.
9	Mutlak lebih penting	Satu elemen terbukti mutlak lebih disukai dibandingkan dengan pasangannya, pada keyakinan tertinggi.
2,4,6,8	Nilai Tengah	Diberikan bila terdapat keraguan penilaian di antara dua tingkat kepentingan yang berdekatan.

Penilaian untuk perbandingan antara satu kriteria dengan kriteria yang lain adalah bebas satu sama lain sehingga hal ini dapat mengarah pada ketidak-konsistensian. Saaty (1990) telah membuktikan bahwa indeks konsistensi dari matrik ber-ordo “n” dapat diperoleh dengan rumus:

$$CI = \frac{(\lambda_{maks} - n)}{(n-1)} \quad \dots (4)$$

Keterangan:

CI adalah indeks konsistensi (*Consistency Index*)

$\lambda$  maks adalah nilai eigen terbesar dari matriks ordo “n”

Nilai *eigen* terbesar diperoleh dengan menjumlahkan hasil dari perkalian jumlah kolom dengan *eigen vector*. Batas ketidak-konsistensian diukur dengan menggunakan rasio konsistensi (CR), yaitu perbandingan antara indeks konsistensi (CI) dengan nilai pembangkit random (RI). Nilai ini bergantung pada ordo matriks n. Rasio konsistensi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad \dots (5)$$

Catatan:

Bila nilai CR lebih kecil dari 10%, ketidak-konsistensian pendapat masih dianggap dapat diterima.

Tabel 8. Indeks Random Konsistensi (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----



RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59
----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

### III.METODOLOGI

#### 3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data ditujukan untuk identifikasi permasalahan banjir yang terjadi di Pulau Bangka, meliputi sejarah kejadian banjir yang ada di semua wilayah, penggunaan lahan dan sebagainya. Adapun pengumpulan data meliputi:

##### 1) Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari dinas-dinas setempat yang terkait dengan data yang diperlukan. Adapun data sekunder yang diperlukan untuk mendukung Analisa Daerah Rawan Banjir di Pulau Bangka meliputi:

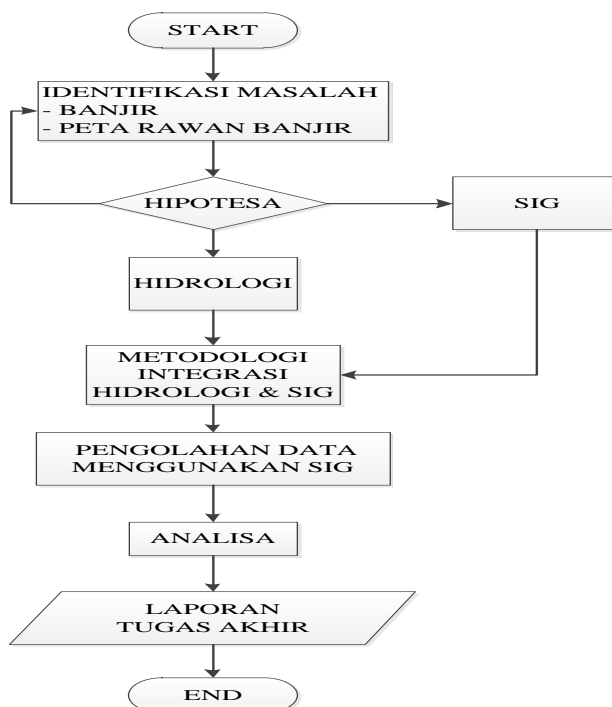
- Data Peta dasar topografi, adalah data yang mengandung informasi ketinggian permukaan bumi
- Peta Digital RBI<sup>4</sup> Skala 1:50.000, khususnya untuk peta batas administrasi dan penggunaan lahan
- Data Curah Hujan, yaitu data pengukuran curah hujan di 49 stasiun hujan di seluruh Pulau Bangka selama 34 tahun dari BMKG<sup>5</sup> Provinsi Bangka Belitung

##### 2) Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer melalui survey langsung ke lapangan untuk mendapatkan informasi kejadian banjir, berupa kunjungan ke lokasi-lokasi banjir serta wawancara dengan masyarakat setempat.

#### 3.2 Alur Penelitian

Alur penelitian merupakan suatu cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang diperoleh. Berikut ini adalah alur yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 1. Alur Penelitian

#### 3.3 Analisa Kerawanan dan Risiko Banjir

<sup>4</sup> Rupa Bumi Indonesia yang merupakan peta yang secara resmi dikeluarkan oleh Badan Geospasial Indonesia.

<sup>5</sup> Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, rekap data curah hujan dari tahun 1980 - 2013

Analisa ini dilakukan untuk menentukan nilai kerawanan dan risiko daerah di Pulau Bangka terhadap bencana banjir. Nilai kerawanan banjir ditentukan dari total penjumlahan skors seluruh parameter yang dipakai dalam analisis (yang berpengaruh terhadap banjir). Nilai kerawanan didapat dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$K = \sum_{i=1}^n (W_i \times X_i) \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan:

K = Nilai Kerawanan

$W_i$  = Bobot untuk parameter ke-i

$X_i$  = Skor kelas pada parameter ke-i

Menurut Kingma (1991), penentuan tingkat kerawanan dilakukan dengan membagi sama banyak nilai-nilai kerawanan dengan jumlah interval kelas, yang ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$I = \frac{R}{n} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan

I = Lebar interval

R = Selisih skor maksimum dan skor minimum

n = Jumlah kelas kerawanan banjir

Daerah yang sangat rawan terhadap banjir akan mempunyai total nilai yang tinggi, dan sebaliknya daerah yang tidak rawan terhadap banjir akan mempunyai total nilai yang rendah.

### 3.4 Metode Perencanaan Sistem

Penyusunan sistem berbasis SIG dimaksudkan supaya data yang terdapat dalam *database* dapat digunakan dalam bentuk spasial maupun non-spasial (tekstual). Hal pokok dalam membangun sistem ini adalah perancangan sistem basisdatanya. Dalam pembangunan dan penerapan teknologi sistem informasi geografis, diperlukan sebuah infrastruktur SIG yang merupakan komponen mendasar yang harus disediakan dalam penerapan teknologi SIG, yang terdiri dari:

- Basisdata (spasial dan non spasial)
- *Hardware* dan *software* pendukung
- Sumber Daya Manusia
- Dukungan manajemen

Untuk membentuk sebuah aplikasi sistem informasi geografis yang berhasil guna, keempat komponen infrastruktur harus tersedia dan berkolaborasi secara sinergis.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perhitungan Hujan Rencana Gumbel

Perhitungan hujan rencana menggunakan metode Gumbel dilakukan untuk mendapatkan besar hujan rencana periode ulang tertentu.

Tabel 9. Perhitungan Metode Gumbel

No	x	$x^2$	No	x	$x^2$	No	x	$x^2$
1	88,0	7744,00	13	64,4	4147,36	25	54,7	2992,09
2	114,6	13133,16	14	74,0	5476,00	26	121,5	14762,25
3	95,5	9120,25	15	152,0	23104,00	27	80,0	6400,00
4	126,0	15876,00	16	113,5	12882,25	28	148,6	22081,96
5	105,4	11109,16	17	162,1	26276,41	29	107,1	11470,41
6	77,9	6068,41	18	68,8	4733,44	30	92,0	8464,00
7	135,1	18252,01	19	101,3	10261,69	31	66,5	4422,25
8	96,8	9370,24	20	90,7	8226,49	32	66,5	4422,25
9	87,6	7673,76	21	96,4	9292,96	33	96,5	9312,25
10	96,9	9389,61	22	99,0	9801,00	34	93,5	8742,25
11	62,0	3844,00	23	75,6	5715,36	jumlah	$\sum x =$	$\sum x^2 =$



12	86,5	7482,25	24	93,6	8760,96		3290,6	340810,48
----	------	---------	----	------	---------	--	--------	-----------

$$\bar{X} = \frac{3290,60}{34} = 96,782$$

$$\bar{X}^2 = (96,782)^2 = 9366,756$$

$$\overline{X^2} = \frac{340810,48}{34} = 10023,838 \quad \sigma x = \sqrt{10023,84 - 9366,756} = \sqrt{657,08} = 25,634$$

$$n = 34 \text{ ----- } Y = 0,5231$$

$$\sigma y = 1,1332$$

$$\frac{1}{a} = \frac{\sigma x}{\sigma y} = \frac{25,634}{1,1332} = 22,621$$

$$b = \bar{X} - \frac{1}{a} \bar{Y}_T = 96,782 - 22,621 \times 0,5231 = 84,949$$

$$X_T = \frac{1}{a} Y_T + b = 22,621 Y_T + 84,949$$

Dengan memasukkan nilai  $Y_T$  (dari tabel 4 reduce variate) pada persamaan diatas, diperoleh besaran tinggi hujan rencana untuk periode ulang tertentu:

Periode ulang 2 Tahun

$$X_T = 22,621 (0,3668) + 84,949 = 93,246 \text{ mm}$$

Periode ulang 5 Tahun

$$X_T = 22,621 (1,4999) + 84,949 = 118,878 \text{ mm}$$

Periode ulang 10 Tahun

$$X_T = 22,621 (2,2502) + 84,949 = 135,851 \text{ mm}$$

Periode ulang 25 Tahun

$$X_T = 22,621 (3,1985) + 84,949 = 157,302 \text{ mm}$$

## 4.2 Sebaran Hujan Isohyet

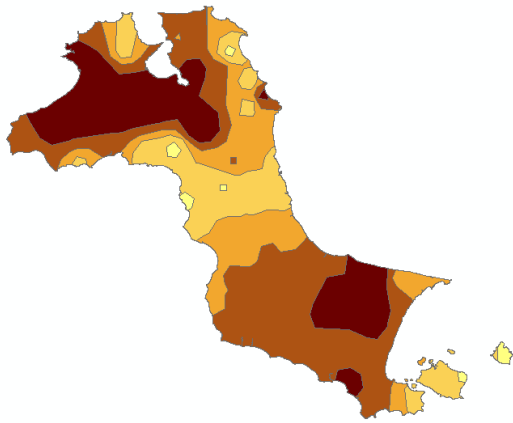
Pembuatan sebaran hujan dilakukan dengan menggunakan metode Isohyet dengan bantuan ArcGIS 10.1. Langkah-langkah pembuatan sebaran hujan Isohyet dalam ArcGIS adalah sebagai berikut:

- 1) Siapkan data **Curah Hujan** dalam bentuk **Ms. Excel**
- 2) Data hujan yang berupa data atribut akan digabung dengan data stasiun hujan pada **ArcGIS 10.1** untuk selanjutnya membuat DEM menggunakan metode IDW. Hasil dari IDW harus dibuatkan ke dalam bentuk 5 kelas dengan menggunakan **Reclass** pada **ArcGIS 10.1**. Selanjutnya data dirubah dari raster menjadi polygon dengan metode **Conversion**. Dengan menggunakan **Geoprocessing**, layer hasil IDW dapat dipotong (*Clip*) dengan peta administrasi. Hasil akhir dibuatkan dalam peta tematik.

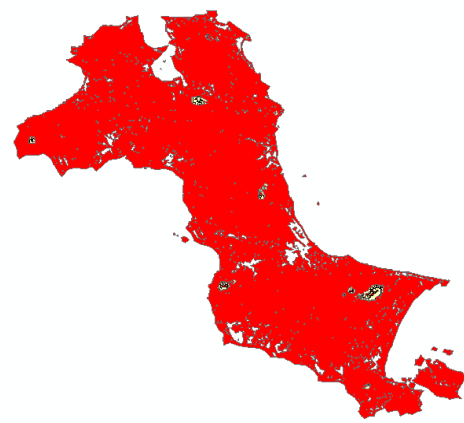
## 4.3 Membuat Peta Kelerengan

Data yang digunakan adalah peta kontur dari data Rupa Bumi Indonesia (RBI) menggunakan ArcGIS 10.1. Langkah-langkah pembuatan peta kelerengan menggunakan ArcGIS 10.1 adalah sebagai berikut:

- 1) Data kontur dikonversi ke dalam bentuk raster menggunakan metode **Conversion Tool**, dengan cara memilih **to Raster**, lalu pilih **Polyline to Raster**. Selanjutnya dengan membuat *slope* dengan cara memilih **Surface** pada **Spatial Analysis** dan pilih **Slope**.
- 2) Kemudian hasil **Slope** diklasifikasikan menggunakan metode **Reclass**. Hasilnya dibuatkan dalam peta tematik seperti pada gambar di bawah ini



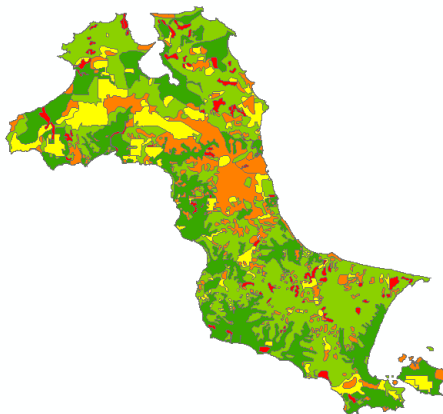
Gambar 2. Peta Sebaran Hujan Isohyet



Gambar 3. Peta Kelerengan

#### 4.4 Peta Penggunaan Lahan

Peta penggunaan lahan dibuka dalam ArcGIS 10.1 dan dibuatkan dalam tematik. Data penggunaan lahan yang telah memiliki data atribut selanjutnya ditambahkan data atribut baru yang menyatakan kelas kerawanan berdasarkan dari penilaian *expertise judgement* (validasi pakar). Data atribut yang ditambahkan berisi nilai kelas kerawanan berdasarkan penggunaan lahan dimana nilai kelas tertinggi adalah tingkat kerawanan banjir paling tinggi. Berikut ini adalah tabel pengkelasan berdasarkan penggunaan lahan di Pulau Bangka. Hasil dari pengkelasan selanjutnya dibuatkan dalam bentuk tematik. Adapun peta rawan banjir berdasarkan penggunaan lahan di Pulau Bangka adalah seperti yang ditampilkan pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Peta Penggunaan Lahan

Tabel 9 Kelas Rawan *Landuse*

Kelas Rawan	Penggunaan Lahan
5	Tambang, Danau/ Kolong air, Sawah, sungai/rawa
4	Ladang, Perumahan
3	Perkebunan, emak/belukar
2	Hutan sekunder
1	Hutan Primer

#### 4.5 Analisa AHP (*Pairwise Comparison*)

Analisa AHP dengan metode *Pairwise Comparison* ditujukan untuk menentukan tingkat kepentingan (skala prioritas) dari parameter curah hujan, kelerengan dan penggunaan lahan yang dipakai sebagai parameter pada analisa daerah rawan banjir ini. Kriteria yang digunakan atas tiga parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Parameter penggunaan lahan 1 kali lebih penting dari hujan dan 2 kali lebih penting dari kelerengan.
- Parameter hujan 1 kali lebih penting dari kelerengan

Langkah analisa *Matrix Pairwise Comparison* adalah sebagai berikut:

- 1) Buatlah *matrix pairwise comparison* (tabel 10), lalu ubah matriks dalam bentuk desimal (tabel 11)

Tabel 10. Matrik Pairwise Comparison

	Landuse	Rainfall	Slope
Landuse	1	2	3
Rainfall	$\frac{1}{2}$	1	2

Tabel 11. Matrix Comparison Bentuk Desimal

	Landuse	Rainfall	Slope
Landuse	1,000	2,000	3,000
Rainfall	0,500	1,000	2,000
Slope	0,333	0,500	1,000

Slope	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1
-------	---------------	---------------	---

Jumlah	1,833	3,500	6,000
--------	-------	-------	-------

- 2) Bagi elemen dengan jumlah kolom (tabel 12), dan Hitung Eigen Vector (jumlah baris dibagi oleh jumlah kriteria) (tabel 13).

Tabel 12 Matrix Pairwise Comparison

	Landuse	Rainfall	Slope
Landuse	0,454	0,571	0,500
Rainfall	0,237	0,286	0,333
Slope	0,182	0,143	0,167

Tabel 13 Matrix Pairwise Comparison

	L	R	S	Jumlah Baris	Eigen Vector
*L	0,545	0,571	0,500	1,617	0,539
*R	0,273	0,286	0,333	0,892	0,297
*S	0,182	0,143	0,167	0,491	0,164

\*L adalah *landuse* \*R adalah *rainfall* \*S adalah *slope*

- 3) Menghitung rasio konsistensi, yaitu menentukan nilai Eigen maksimum ( $\lambda_{maks}$ ) yang diperoleh dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom tabel 11 matriks *Pairwise Comparison* ke bentuk desimal dengan Eigen Vector Normalisasi tabel 13. Diperoleh nilai  $\lambda_{maks} = 3,01118326$

- 4) Menghitung indeks konsistensi (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = 0,005591631$$

$$\text{Rasio konsistensi, } RC = \frac{CI}{RI}$$

nilai RI untuk  $n = 3$  adalah 0,58 (daftar indeks random konsistensi (RI))

$$CI = 0,00559631$$

$$RI = 0,58$$

$$CR = 0,00964074$$

karena  $CR < 0,100$  maka preferensi pembobotan adalah konsisten.

- 5) Nilai Bobot tiap kriteria berdasarkan nilai jumlah baris dikalikan Eigen Vector Normalisasi

Tabel 14. Hasil AHP *Pairwise Comparison*

	JB	EV	Hasil	Ket	Bobot
*L	1,617	0,539	0,871	Sangat penting	0,87
*R	0,892	0,297	0,265	Penting	0,27
*S	0,491	0,164	0,080	Rata-rata	0,08

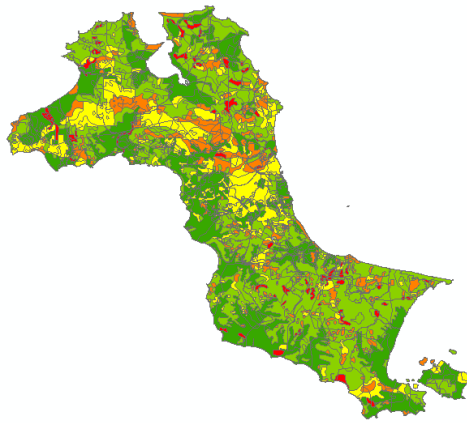
\*JB adalah jumlah baris \*EV adalah Eigen Vector

Sehingga berdasarkan pembobotan *Pairwise Comparison* maka rumus untuk kriteria Peta rawan banjir di Pulau Bangka adalah:  $Z = (0,87 * \text{Landuse}) + (0,27 * \text{Rainfall}) + (0,08 * \text{Slope})$   
Dimana Z adalah jumlah total nilai rawan banjir.

#### 4.6 Overlay Intersection

Pada proses *overlay* digabungkan peta-peta yang telah dibuat dan diklasifikasikan masing-masing menjadi 5 kelas. Berikut langkah *overlay* menggunakan metode *intersection* ArcGIS 10.1.

- 1) Tambahkan peta dari masing-masing parameter, tambahkan pula peta administrasi kabupaten.
- 2) Pada **Arctoolbox** pilih **Analysis Tool**, pilih **Overlay**, pilih **Intersect** dan masukkan masing-masing parameter sesuai dengan nilai pembobotannya dari yang memiliki nilai bobot terbesar sampai terkecil.
- 3) Masukkan nilai pembobotan AHP *Pairwise Comparison* dengan cara menambahkan **Atribut Field** baru "Bobot". Dengan menggunakan **Field Calculator** ketik rumus jumlah total nilai rawan banjir (hasil AHP metode *Pairwise Comparison*  $[(0,87 * \text{landuse}) + (0,27 * \text{curah hujan}) + (0,08 * \text{slope})]$ )
- 4) Buat dalam bentuk tematik
- 5) Hasilnya seperti pada gambar 5 dan dijelaskan pada keterangan tabel 15 di bawah ini.



Gambar 5. Peta Rawan Banjir Pulau Bangka

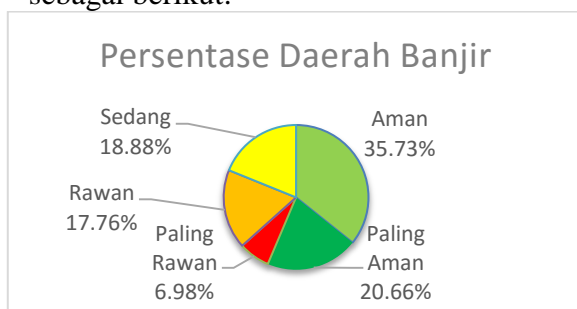
Keterangan:

Tabel 15. Kelas dan Tingkat Kerawanan

Kelas Intersection	Tingkat Kerawanan
1,54 – 2,54	Paling Aman
2,54 – 3,28	Aman
3,28 – 4,20	Terancam
4,20 – 5,15	Rawan
5,15 – 6,10	Paling Rawan

Sistem informasi geografis juga memiliki kemampuan untuk menghitung luas dari masing-masing tingkat kerawanan seperti berikut:

- 1) Buat data *field* atribut baru pada hasil *intersection*, berupa luas dan zona.
- 2) Pada kolom luas gunakan **Calculate Geometry** untuk menghitung luasnya.
- 3) Untuk mengisi kolom zona gunakan **Field Calculator**, dengan memasukkan ketentuan berdasarkan dari tabel 15. Adapun hasil persentase luas zona banjir di Pulau Bangka adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Persentase Daerah Banjir

Berikut ini adalah luas lokasi banjir di Pulau Bangka:

Tabel 16. Luas Zona Banjir

Level	Luas (Km2)
Paling Aman	2304,10
Aman	3985,41
Sedang	2105,88
Rawan	1980,74
Paling Rawan	779,00

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

- 1) Berdasarkan survei langsung ke daerah lokasi banjir, selain banyak alih fungsi lahan, sungai di beberapa lokasi memerlukan revitalisasi baik akibat sedimentasi yang berasal dari tambang rakyat ataupun dari sampah-sampah yang menghalangi aliran air.
- 2) Berdasarkan analisa masing-masing parameter, didapatkan hasil bahwa parameter landuse menjadi yang paling berpengaruh terhadap kejadian banjir di Pulau Bangka.
- 3) Pembobotan yang dilakukan dengan menggunakan AHP Pairwise Comparison menghasilkan bobot untuk landuse 0.87, untuk hujan 0.27 dan untuk kelerengan 0.08.
- 4) Dari hasil overlay intersection didapatkan tingkatan kerawanan banjir dari yang paling aman hingga paling rawan. Luas daerah yang paling aman banjir adalah 20,66%, aman 35,7%, terancam 18,88%, rawan 17,76% dan paling rawan banjir 6,98%.
- 5) Banjir yang terjadi di Pulau Bangka terjadi karena kondisi penggunaan lahan yang telah kritis.

### 5.2 Saran

- 1) Harus ada studi kasus secara mendalam terhadap daerah yang diketahui paling rawan terhadap banjir di Pulau Bangka.
- 2) Parameter penelitian perlu ditambah dengan parameter lainnya yang lebih lengkap untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat misalnya parameter geologi, hidrogeologi dan sebagainya.

- 3) Perbaiki lahan rusak akibat tambang timah harus segera diperbaiki, untuk mencegah banjir dimasa yang akan datang.
- 4) Karena banjir di Pulau Bangka lebih besar pengaruh dari aktivitas manusia, maka perlu mengajak seluruh lapisan untuk peduli terhadap lingkungan sekitar juga perlu dilakukan penataan ruang yang lebih baik lagi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- 1) Badan Pusat Statistik Provinsi Kepulauan Bangka Belitung
- 2) Eriko Utama (2013). Modul Pelatihan ArcGIS 10.1, diproduksi oleh Comlabs USDI ITB.
- 3) Hartanto, (2006) Spatial Analyst Interpolasi Grid dari Data Titik  
<http://hartanto.wordpress.com/2006/sa-interpolasi-grid-dari-data-titik/>
- 4) Mudidah, Retno (2011), Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemetaan Lahan Pertanian di Wilayah Mojokerto, ITS, Surabaya.
- 5) Nugraha, Surya (2009). Sistem Informasi Geografis Pendukung Penentuan Daerah Rawan Banjir Studi Kasus Kota Surabaya, Tugas Akhir, Fakultas Teknologi Informasi, ITS, Surabaya.
- 6) Paimin, Sukresno dan Pramono, 2009, Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor, TROPENBOS INTERNATIONAL INDONESIA PROGRAME, Balikpapan
- 7) Program for Hydro Risk Disaster Mitigation in Secondaries Cities in Asia, BANJIR & UPAYA PENANGGULANGANNYA
- 8) Pusat Kajian Strategis Departemen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia (2009). Pengurangan Risiko Banjir Bagi Kota-Kota Utama di Indonesia, <http://www.pu.go.id/isustrategis/view/26>
- 9) Suripin (2004). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Andi, Yogyakarta
- 10) Syaiful, Rifan (2012). Mengenal Metode AHP  
<http://funpreuneur.blogspot.com/2012/02/mengenal-metode-ahp-disertai-studi.html?m=1>
- 11) Watson Donald, FAIA, DESIGN FOR FLOODING & resilience to climate change
- 12) Sudaryoko, Pedoman Penanggulangan Banjir, Departemen Pekerjaan Umum